

日本国特許庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

3/4Priority  
Doc.  
e. Usilio  
7-23-01

01033 U.S. PTO  
09/862597  
05/23/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

2000年 6月 9日

出願番号  
Application Number:

特願2000-173690

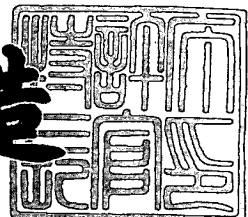
出願人  
Applicant(s):

ミネベア株式会社

2000年11月 6日

特許庁長官  
Commissioner  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3091093

【書類名】 特許願  
 【整理番号】 C8189  
 【提出日】 平成12年 6月 9日  
 【あて先】 特許庁長官殿  
 【国際特許分類】 H02M 5/02  
 H03F 1/00

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区大森西 4-18-18  
 ミネベア株式会社大森製作所内

【氏名】 小林 正弘

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区大森西 4-18-18  
 ミネベア株式会社大森製作所内

【氏名】 宮 泰一

## 【特許出願人】

【識別番号】 000114215

【氏名又は名称】 ミネベア株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100068618

【弁理士】

【氏名又は名称】 菊 経夫

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100104145

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮崎 嘉夫

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100093193

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 壽夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100109690

【弁理士】

【氏名又は名称】 小野塚 薫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 018120

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レゾルバ、レゾルバ故障検出回路およびレゾルバ故障検出方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】回転子、固定子、励磁巻線および出力巻線を有するレゾルバにおいて、出力巻線端子間の中間点に出力端子を設けたレゾルバ。

【請求項2】回転子、固定子、励磁巻線および出力巻線を有し、励磁巻線と出力巻線とを、固定子の同一極に巻回したレゾルバにおいて、出力巻線端子間の中間点に出力端子を設けたことを特徴とするレゾルバ。

【請求項3】回転子、固定子、励磁巻線および出力巻線を有するレゾルバの、出力巻線端子間の中間点に出力端子を設け、該レゾルバの出力巻線の一方の端と中間点の出力電圧と、出力巻線の他方の端と中間点の出力電圧の差の電圧を取り出し、両電圧の差を得る偏差電圧検出回路と、該偏差電圧検出回路からの出力電圧が基準値から外れたときに故障信号として信号を出力する比較回路を設けたことを特徴とするレゾルバ故障検出回路。

【請求項4】回転子、固定子、励磁巻線および出力巻線を有するレゾルバの、出力巻線端子間の中間点に出力端子を設け、該レゾルバの出力巻線の一方の端と中間点の出力電圧と、出力巻線の他方の端と中間点の出力電圧の差の電圧を取り出し、両電圧の差を得る偏差電圧検出回路と、該偏差電圧検出回路からの出力電圧が基準値から外れたときに故障信号として信号を出力する比較回路を設けたレゾルバ故障検出回路から故障検出信号を取り出してレゾルバが故障していることを検出するレゾルバ故障検出方法。

【請求項5】回転子のX方向成分を出力する出力巻線の故障を示すレゾルバ故障検出回路の信号と、回転子のY方向成分を出力する出力巻線の故障を示すレゾルバ故障検出回路の信号との論理和の出力を故障検出信号として取り出すレゾルバ故障検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はレゾルバに関し、特に巻線に短絡が生じた時にも故障を速やかに検出することが出来るレゾルバに関する。また、かかる事故を検出するための故障検出回路を設け、この回路を用いて故障を検出する方法に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

レゾルバはシンクロ発信機の一種でその回転子の回転角度のX、Y成分に応じた波高に変調した信号を出力巻線から出力するもので、従来サーボ機構の検出系、三角法の演算などに用いられている。

## 【0003】

例えば図14に示すようなレゾルバでは回転子、固定子ともに空間的に直交した2組の巻線、励磁巻線111と出力巻線112を持ち、2個一対のレゾルバの回転子又は固定子を相互に結合しておいて、発信機側の固定子又は回転子の一相を交流励磁し、発信機側の対応する直交した一相から発、受信レゾルバの回転位置偏差に応じた交流出力を取り出すようになっている。

## 【0004】

又、回転子を四角形などの形状にして回転子には巻線を巻回せず、固定子に複数個の極を設けて、固定子の同じ極に励磁巻線と出力巻線を巻回して、複数の極の出力巻線の出力の和を一つの出力巻線の出力として得る構造のバリアブルリラクタンスレゾルバと呼ばれるものもある。

## 【0005】

かかるレゾルバの巻線の一例を図16に示す。任意の極に巻回する励磁巻線111と出力巻線112の関係を以下のように定める。すなわち励磁巻線111は磁化のN極とS極が1極ごとに交互に生じるように巻回し、出力巻線112はN極とS極が2極一組で生じるように巻回してある。すなわち極①の励磁巻線111がN極の場合、出力巻線112の極①と極②はN極に、極③と極④はS極になり、以後これを繰り返す。

## 【0006】

かかるレゾルバでは巻線間の短絡などの故障が発生することがあり、故障検出をすることがレゾルバを用いた装置の信頼性を高める上で必要であった。

## 【0007】

図15はレゾルバとそれを用いた故障検出回路の従来例である。図15はレゾルバ10と回転子のX方向成分を出力する出力巻線112Xと、回転子のY方向成分を出力する出力巻線112Yの各々に2乗器121Xと2乗器121Yを接続して、各2乗器の出力の和を加算器123で加算する回路と、加算器123の出力VEを整流する整流回路124、整流回路の出力を基準電圧と比較する比較回路125からなるレゾルバ故障検出回路11からなっている。

## 【0008】

ここで発明の理解を容易にするために、固定子に複数個の極を設けて、固定子の同じ極に励磁巻線111、回転子のX方向成分を出力する出力巻線112X、および回転子のY方向成分を出力する出力巻線112Yを巻回して、複数の極の出力巻線の出力の和を一つの出力巻線の出力として得る構造のバリアブルリラクタンスレゾルバの励磁巻線111、回転子のX方向成分を出力する出力巻線112X、および回転子のY方向成分を出力する出力巻線112Yの位相関係について図16を用いて説明する。

## 【0009】

回転子のX方向成分を出力する出力巻線112Xの出力は、励磁巻線111によって出力巻線112Xに誘起する電圧が作る磁化の方向が励磁巻線111の磁化と同じ方向の場合、任意の一つの極に誘起される電圧ENSは励磁巻線111に加える交流電圧VPを  $E \sin \omega t$  とすると式1で示される。ここで  $\omega$  は角周波数で  $2\pi f$  で表される。ただし  $f$  は周波数、a、bは励磁巻線111、出力巻線112X、および回転子と固定子の特性で決まる定数である。

## 【0010】

$$ENS = (a + b \sin \theta) \cdot E \sin \omega t \quad (式1)$$

## 【0011】

また、励磁巻線111によって出力巻線112Xに誘起する電圧が作る磁化の方向が励磁巻線111の磁化と異なる方向の場合、任意の一つの極に誘起される電圧ENNは式2で示される。

## 【0012】

$$E_{NN} = (-a + b \sin \theta) \cdot E \sin \omega t \quad (式2)$$

【0013】

いま任意の極に巻回する励磁巻線と出力巻線の関係は図16のように定める。  
かかる構造に巻回した巻線の極1と極2を直列接続した場合の電圧V12は式1  
と式2から式3となる。

【0014】

$$V_{12} = (a + b \sin \theta) \cdot E \sin \omega t + (-a + b \sin \theta) \cdot E \sin \omega t \quad (式3)$$

【0015】

同様にして、極3と極4によって式4の電圧V34が生じる。

【0016】

$$V_{34} = (-a + b \sin \theta) \cdot E \sin \omega t + (a + b \sin \theta) \cdot E \sin \omega t \quad (式4)$$

【0017】

式3と式4を整理すると、隣り合う極と極を直列接続した時には定数aの項が  
消去されて、式5のような電圧V12、V34が得られる。

【0018】

$$V_{12} = 2b \sin \theta \cdot E \sin \omega t = V_{34} \quad (式5)$$

【0019】

従って2の倍数の極数の場合にはすべての極の出力巻線を直列接続すると定数  
aの項が消去されて出力巻線112Xの出力電圧VSは式6になる。ここでKは  
定数bと極数によって決まる定数で極の数をNとすると式7で表せる。

【0020】

$$V_S = K \sin \theta \cdot E \sin \omega t \quad (式6)$$

【0021】

$$K = N \cdot B \quad (式7)$$

【0022】

同様にして、回転子のY方向成分を出力する出力巻線112Yの出力は回転子  
に対して位相が90度ずれているように巻回してあるので、式8のように表せる

【0023】

$$VC = K \cos \theta \cdot E \sin \omega t \quad (式 8)$$

【0024】

かかるレゾルバの出力電圧を図15で示す2乗器121Xと2乗器121Yに印加すると、2乗器121Xと2乗器121Yの出力には各々式9と式10で表される電圧が得られる。

【0025】

$$VSX = VS^2 = K^2 \cdot \sin^2 \theta \cdot E^2 \sin^2 \omega t \quad (式 9)$$

【0026】

$$VCY = VC^2 = K^2 \cdot \cos^2 \theta \cdot E^2 \sin^2 \omega t \quad (式 10)$$

【0027】

従って、2乗器121Xと2乗器121Yの出力を加算した加算器123の出力VEは式11で表される。

【0028】

$$VE = K^2 \cdot E^2 \sin^2 \omega t \cdot (\sin^2 \theta + \cos^2 \theta) \quad (式 11)$$

【0029】

励磁巻線111と、回転子のX方向成分を出力する出力巻線112Xと、回転子のY方向成分を出力する出力巻線112Yが正常な場合には  $(\sin^2 \theta + \cos^2 \theta)$  は常に1なのでVEは常に一定値になり式12となり、回転角θの値にかかわらず、一定値となる。

【0030】

$$VE = K^2 \cdot E^2 \sin^2 \omega t \quad (式 12)$$

【0031】

しかしながら、レゾルバが正常な時でも回転角θが0度の時に  $\sin^2 \theta$  は零となり回転子のX方向成分を出力する出力巻線111Xの出力は零になる。一方、出力巻線111Xが短絡しているときにも出力巻線111Xの出力電圧は零になり、出力巻線111Xの回転角θが0度で出力が零になったのか、短絡で零になつたのか区別がつかない。

【0032】

同様に、レゾルバが正常な時でも回転角θが90度の時に  $\cos^2 \theta$  は零となり回

転子のY方向成分を出力する出力巻線112Yの出力電圧は零になる。一方、出力巻線111Yが短絡しているときにも出力巻線111Yの出力電圧は零になり、出力巻線111Yの回転角θが90度で出力電圧が零になったのか、短絡で零になったのか区別がつかない。

## 【0033】

## 【発明が解決しようとする課題】

上述したように、従来のバリアブルリラクタンスレゾルバでは出力巻線112Xと出力巻線112Yには中間点に出力端子を設けていないので出力巻線112Xの両出力端の電圧と出力巻線112Yの両出力端の電圧しか取り出せず、故障検出回路も上記電圧を用いて、各々の出力電圧の二乗の和によって故障を検出するようになっている。

## 【0034】

このように出力巻線112Xと出力巻線112Yの両端の出力電圧の二乗の和を検出信号としているので正常な場合には常に一定の出力電圧が得られ、故障が生じた場合にはその値が変化することで、故障の検出が出来る反面、レゾルバが正常な時でも回転角θが0度の時に $\sin^2 \theta$ は零となり回転子のX方向成分を出力する出力巻線111Xの出力電圧は零になる。

## 【0035】

一方、出力巻線111Xが短絡しているときにも出力巻線111Xの出力電圧は零になり、出力巻線111Xの回転角θが0度で出力が零になったのか、短絡で零になったのか区別がつかない欠点を有していた。

## 【0036】

同様に、レゾルバが正常な時でも回転角θが90度の時は $\cos^2 \theta$ は零となり回転子のY方向成分を出力する出力巻線112Yの出力電圧は零になる。一方、出力巻線111Yが短絡しているときにも出力巻線111Yの出力電圧は零になり、出力巻線111Yの回転角θが90度で出力が零になったのか、短絡で零になったのか区別がつかない欠点を有していた。

## 【0037】

このように短絡による事故が生じても回転子の特定の角度で故障の検出が出来

ないので故障の検出も不正確になっていた。更に、故障の時の振幅と正常の時の振幅の差を検出していたので信号対雑音比を大きくとることが出来なかった上に、レゾルバの回転子のX方向成分を出力する出力巻線112Xと、回転子のY方向成分を出力する出力巻線112Yの各々の故障をまとめて検出するためにどちらの出力巻線の短絡なのかを知ることが出来ず、事故分析などのデータを得るのに不適当であった。

## 【0038】

更に、電気自動車などの発達により、自動車等のパワーステアリング装置で、油圧のパワーステアリング装置に変えて、レゾルバを用いようとする試みはあるが、従来のレゾルバでは、レゾルバの故障にもかかわらず故障か否かの判別が出来ないときがあり、安全性を重視する自動車に用いるには、不適当であった。

## 【0039】

## 【課題を解決するための手段】

本発明は上記課題を解決するために、巻線間の短絡などの故障検出を容易に出来るレゾルバを提供すると共に、そのための故障検出回路と、この回路を用いる故障検出方法を得ることを目的とする。本発明は上記目的を達成するために請求項1記載のレゾルバの発明は回転子、固定子、励磁巻線および出力巻線を有するレゾルバにおいて、出力巻線端子間の中間点に出力端子を設けることを特徴とする。

## 【0040】

請求項2記載のレゾルバの発明は、回転子、固定子、励磁巻線および出力巻線を有し、励磁巻線と出力巻線を固定子の同一極に巻回するレゾルバにおいて、出力巻線端子間の中間点に出力端子を設けたことを特徴とする。

## 【0041】

請求項3記載のレゾルバ故障検出回路の発明は、回転子、固定子、励磁巻線および出力巻線を有するレゾルバの、出力巻線端子間の中間点に出力端子を設け、該レゾルバの出力巻線の一方の端と中間点の出力電圧と、出力巻線の他方の端と中間点の出力電圧の差の電圧を取り出し、両電圧の差を得る偏差電圧検出回路と、該偏差電圧検出回路からの出力電圧が基準値から外れたときに故障信号として

信号を出力する比較回路を設けたことを特徴とする。

【0042】

請求項4記載のレゾルバ故障検出方法の発明は、回転子、固定子、励磁巻線および出力巻線を有するレゾルバの出力巻線端子間の中間点に出力端子を設け、該レゾルバの出力巻線の一方の端と中間点の出力電圧と、出力巻線の他方の端と中間点の出力電圧の差の電圧を取り出し、両電圧の差を得る偏差電圧検出回路と、該偏差電圧検出回路からの出力電圧が基準値から外れたときに故障信号として信号を出力する比較回路を設けたレゾルバ故障検出回路から故障検出信号を取り出してレゾルバが故障していることを検出することを特徴とする。

【0043】

請求項5記載の発明は、回転子のX方向成分を出力する出力巻線の故障を検出するレゾルバ故障検出回路の故障検出信号と、回転子のY方向成分を出力する出力巻線の故障を検出するレゾルバ故障検出回路の故障検出信号との論理和の出力を故障検出信号として取り出すレゾルバ故障検出方法である。

【0044】

本発明は上記のように出力巻線の中間点に出力端子を設けるように構成したので、回転子、固定子、励磁巻線および出力巻線を有するレゾルバの出力巻線の一方の端と中間点の出力電圧と、出力巻線の他方の端と中間点の出力電圧の差の電圧を取り出せる。

【0045】

出力巻線の一方の端と中間点の出力電圧と、出力巻線の他方の端と中間点の出力電圧の差の電圧は、故障の無いときには同じ値である。従ってかかる出力電圧の差を得る偏差電圧検出回路は出力巻線の故障が無いときには出力電圧は零になり、出力巻線のどこかに故障があるときには偏差電圧を出力するように作用する。

【0046】

出力巻線の故障があるときには偏差電圧検出回路からの出力が基準値から外れ、この時に比較回路は故障信号としての出力を出してレゾルバの故障を知らせる。出力巻線の故障は同一の出力巻線内の短絡、異なる出力巻線間の短絡、励磁巻

線と出力巻線間の短絡などがあるが、いずれの場合でも異常のあるときには偏差値電圧が零でなくなることで故障を検出するように作用する。なお、自動車へのバリアブルリラクタンスレゾルバの適用としては、電動パワーステアリングシステムの外、ハイブリッドカーシステム、電気自動車システム、ブレーキバイワイヤーシステム、サスペンションバイワイヤーシステム、アクセルバイワイヤーシステム、バルブコントロールシステム、ステータルタネータシステム、等への適用が考えられている。他に、バリアブルリラクタンスレゾルバの適用分野としては、各種のロボットの制御、サーボモータの制御がある。

## 【0047】

## 【発明の実施の形態】

本発明に係るレゾルバとレゾルバ故障検出回路について、図1を用いて説明する。まずレゾルバ10について説明する。図1においてレゾルバ10は、図示していない固定子と、回転子110、固定子に巻回した励磁巻線111、レゾルバの回転子のX方向成分を出力する出力巻線112X、および回転子のY方向成分を出力する出力巻線112Yを有し、また、固定子に16個の極を設けて、固定子の同じ極に励磁巻線111、出力巻線112X、および出力巻線112Yを巻回する。

## 【0048】

出力巻線112Xの16個の極の出力巻線を直列に接続し、また出力巻線112Yの16個の極の出力巻線を直列に接続して各々一つの出力巻線112Xと、一つの出力巻線112Yを得る構造であって、各出力巻線端子間の中間点すなわち、出力巻線112Xの極8と極9の間に出力端子を設け、出力巻線112Yも極8と極9の間に出力端子を設けてある場合について説明する。

## 【0049】

いま、励磁巻線111に  $E \sin \omega t$  なる電圧  $V_P$  を印加した場合、回転子のX方向成分を出力する出力巻線112Xについて説明する。任意の極に巻回する励磁巻線と出力巻線112Xの関係は図16のようになる。ここで出力巻線112Xの極性は、2極ごとの出力電圧は式5で示すようになるので、1極から8極までの出力電圧  $V_{2X}$ 、および9極から16極までの出力電圧  $V_{1X}$  は式5の4

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 故障を容易に検出できるレゾルバ、およびレゾルバ故障検出回路を得る

【解決手段】 レゾルバ10の出力巻線112X、112Yの中間点に出力端子を設け、出力巻線の一方の端と中間点の出力端子間の電圧V2X (V2Y) と、出力巻線の他方の端と中間点の出力端子間の電圧V1X (V1Y) の差を偏差電圧検出回路101により検出し、整流回路124、比較回路125を介して、論理和回路126に入力し、その出力によって回転子の特定の角度でも巻線の短絡事故などの検出をできるようにした。

【選択図】 図1

倍になり、式13のようになる。

【0050】

$$V2X = V1X = 8b \sin \theta \cdot E \sin \omega t \quad (\text{式13})$$

【0051】

出力巻線112Yについても同様に1極から8極までの出力電圧V2Y、および9極から16極までの出力電圧V1Yを得ることができる。

【0052】

次に、レゾルバ故障検出回路11について説明する。レゾルバの出力巻線112Xは一方の偏差電圧検出回路101に、レゾルバの出力巻線112Yは他方の偏差電圧検出回路101に接続されているが、以下出力巻線112X側について説明する。

【0053】

いま、レゾルバの出力巻線112Xの出力のうち、出力巻線112Xの一方の出力端子と中間点迄の出力電圧V2X、出力巻線112Xの他方の出力端子と中間点迄の出力電圧までの出力電圧V1Xを偏差電圧検出回路101に加え、出力電圧V2X、と出力電圧V1Xの差を求める。故障がない場合にはV2XとV1Xは等しいので差は零になる。

【0054】

極のどこかに短絡が生じた場合には式13の関係が崩れて偏差電圧検出回路101には出力電圧V2X、と出力電圧V1Xの差分が出力される。偏差電圧検出回路101の出力は交流電圧なので直流電圧の比較を行う比較回路125のために整流回路124に加えられる。出力電圧V2X、と出力電圧V1Xの差分は例えば出力電圧V2Xを生じる側の任意の極の出力巻線が1極分だけ短絡した場合には出力電圧V2Xは式14のようになる。

【0055】

$$V2X = (-a + 7b \sin \theta) \cdot E \sin \omega t \quad (\text{式14})$$

【0056】

出力電圧V1Xは式13に示す値になるので、出力電圧V2X、と出力電圧V1Xの差分VERは式15になる。

【0057】

$$V_{ER} = - (a + b \sin \theta) \cdot E \sin \omega t \quad (\text{式15})$$

【0058】

式15から明らかなように、回転子の回転角度  $\theta$  に依存しない  $a \cdot E \sin \omega t$  の項が出力電圧  $V_{2X}$ 、と出力電圧  $V_{1X}$  の差分  $V_{ER}$  として検出されているので、上記の場合は、故障であることがわかる。ここで、 $\theta = 0$  度のときにも  $V_{ER}$  が得られることが明らかである。

【0059】

整流回路 124 の出力は各々比較回路 125 に入力する。比較回路 125 は図示していない基準電圧と、出力電圧  $V_{2X}$  と出力電圧  $V_{1X}$  の差の電圧、すなわち整流回路 124 の出力電圧のアナログ電圧信号を比較して、基準電圧を超えている場合はレゾルバの故障としての信号である、比較出力を出力して、論理回路 126 の一方の入力に入る。

【0060】

回転子の Y 方向成分を出力する出力巻線 112Y についても同様にしてレゾルバの故障としての信号である、比較出力をを得る事が出来、論理回路 126 の他方の入力に入る。

【0061】

論理回路 126 は出力巻線 112X と出力巻線 112Y の故障を検出するためのもので、出力巻線 112X と出力巻線 112Y のいずれか一方、又は両方の故障が発生した場合、出力巻線 112X と出力巻線 112Y の各々に対応した比較回路 125 の比較出力の論理和を検出端子に出力する。

【0062】

図2は図1の出力巻線 112X に対応して動作する具体的なレゾルバ故障検出回路を示す図である。図示していないが、出力巻線 112Y に対応して動作する回路も同様にして実現できる。

【0063】

図2において、レゾルバの出力巻線 112X には偏差電圧検出回路 101 が接続されている。偏差電圧検出回路 101 は、レゾルバの出力巻線 112X の一方

の出力は抵抗器101Rに、出力巻線112Xの他方の出力は抵抗器105Rに接続されている。また、出力巻線112Xの中間点は抵抗器102R、抵抗器104Rに接続されていて、抵抗器101Rと抵抗器102Rの間にV2Xが、抵抗器104Rと抵抗器105Rの間にV1Xが加わる。

## 【0064】

出力巻線112Xの一方の出力は抵抗器101Rを介して増幅器101Aの反転入力側に、出力巻線112Xの他方の出力は抵抗器105Rを介して増幅器102Aの反転入力側に接続されている。従って、抵抗器101R、102R、103R、111R、増幅器101Aで構成する演算増幅器で増幅して得た出力電圧V2Xと、抵抗器104R、105R、106R、112R、増幅器102Aで構成する演算算増幅器で増幅して得た出力電圧V1Xは互いに逆の極性を持つ。

## 【0065】

従って増幅器101A、増幅器102Aの出力を抵抗器107R、108Rに各々接続し、抵抗器107R、108R、109R、110R、増幅器103Aで構成する演算増幅器で加算すると、互いに逆極性の出力電圧V2Xと出力電圧V1Xの差を求めることが出来る。

## 【0066】

増幅器103Aの出力は整流回路124のダイオード124Dで半波整流された後に、抵抗器123R、124R、125R、コンデンサ124C、増幅器124Aで構成する平滑回路で平滑し、増幅器124Aの出力を比較回路125に加える。

## 【0067】

比較回路125は、正常か故障かを判別するための基準値を設定する基準電圧Vと抵抗器128R、基準電圧設定器126、および抵抗器126R、127R、129R、130R、増幅器125A、抵抗器131R、132R、ツェナーダイオード125Dで構成し、整流回路124の出力を抵抗器126Rを介して増幅器125Aの一方に、基準電圧設定器126の出力を抵抗器127Rを介して増幅器125Aの他方に基準値として加えてアナログ電圧の比較を行う。

## 【0068】

ここで、基準値は励磁巻線111、出力巻線112Xの極の特性のばらつきや、巻線の不揃いなどに基づく誤差成分を取り除き、レゾルバの故障検出回路の安定な動作を行うためのもので、レゾルバによって各々異なる値に調整する。

## 【0069】

増幅器125Aの出力は抵抗器131R、132R、ダイオード125Dで論理回路レベルに変換し、比較回路125の比較出力となり論理和回路126の一方の入力に入る。

## 【0070】

図3は偏差電圧検出回路としてトランスを用いた場合の1実施例である。出力巻線112Xに対応して動作するもので、出力巻線112Yに対応して動作するものも同様にして実現できる。

## 【0071】

偏差電圧検出トランス30は2個のトランスT1、T2の出力巻線の極性が互いに逆になるように直列に接続してある。出力巻線112Xの両端子は直列接続したトランスT1、T2の入力端の両端に接続し、出力巻線112Xの中間点は直列接続したトランスT1、T2の入力端の接続点に接続されている。

## 【0072】

かかる構成で、偏差電圧検出トランス30の偏差出力端子にはトランスT1、T2の出力極性が互いに逆になるように直列に接続してあるので出力巻線112Xの出力、すなわち、1極から8極までの出力電圧V2X、および9極から16極までの出力電圧V1Xの差が得られる。

## 【0073】

図4は偏差電圧検出回路としてトランスを用いた場合のレゾルバ故障検出回路の1実施例である。レゾルバの出力巻線112Xと出力巻線112Yには偏差電圧検出回路41とレゾルバディジタル回路42が接続されている。

## 【0074】

レゾルバディジタル回路42はレゾルバの回転角度に対応してディジタル出力をするもので、本発明のレゾルバおよびレゾルバ故障検出回路には直接関係がな

いが、実際に使用する回路例として図示してある。

## 【0075】

整流回路124は二組の整流回路からなり、一方は出力巻線112Xの偏差電圧整流に、他方は出力巻線112Yの偏差電圧整流に用いる。また、偏差電圧検出回路41は出力巻線112Xの故障を検出するための偏差電圧検出トランス30Xと出力巻線112Yの故障を検出するための偏差電圧検出トランス30Yからなり、偏差電圧検出トランス30Xの出力の一方は整流回路124の一組の入力に接続され、偏差電圧検出トランス30Xの他方の出力は接地されている。また、偏差電圧検出トランス30Yの出力の一方は整流回路124の他の一組の入力に接続され、偏差電圧検出トランス30Yの他方の出力は接地されている。

## 【0076】

先に述べたように偏差電圧検出トランス30Xによって出力電圧V2X、と出力電圧V1Xの差を求める。故障がない場合にはV2XとV1Xは等しいので差は零になる。

## 【0077】

極のどこかに短絡又が生じた場合には式13の関係が崩れて偏差電圧検出トランス30Xには出力電圧V2X、と出力電圧V1Xの差分が出力され整流回路124に加えられる。

## 【0078】

同様にして偏差電圧検出トランス30Yによって出力電圧V2Y、と出力電圧V1Yの差を求める。故障がない場合にはV2YとV1Yは等しいので差は零になる。極のどこかに短絡又が生じた場合には式13の関係が崩れて偏差電圧検出トランス30Yには出力電圧V2Y、と出力電圧V1Yの差分が出力され整流回路124に加えられる。

## 【0079】

偏差電圧検出トランス30Xの出力はダイオード124D、抵抗器123R、124R、125R、コンデンサ124C、增幅器124Aで構成する半波整流回路で整流、平滑した後に、比較回路125の一組の入力に加えられる。

## 【0080】

同様にして偏差電圧検出トランス30Yの出力はダイオード124D、抵抗器123R、124R、125R、コンデンサ124C、増幅器124Aで構成する他の一組の半波整流回路で整流、平滑した後に、比較回路125の他の一組の入力に加えられる。

## 【0081】

比較回路125は、正常か故障かを判別するための基準値を設定する基準電圧Vと抵抗器128R、基準電圧設定器126、および抵抗器126R、127R、129R、130R、増幅器125A、抵抗器131R、132R、ツエナーダイオード125Dで構成し、整流回路124の出力を抵抗器126Rを介して増幅器125Aの一方に、基準電圧設定器126の出力を抵抗器127を介して増幅器125Aの他方に加えてアナログ電圧の比較を行う。

## 【0082】

ここで、基準値は励磁巻線111、出力巻線112Xの極の特性のばらつきや、巻線の不揃いなどに基づく誤差成分を取り除き、レゾルバの故障検出回路の安定な動作を行うためのもので、レゾルバによって各々異なる値に調整する。

## 【0083】

各々の増幅器125Aの出力は各々一組の抵抗器131R、132R、ツエナーダイオード125Dで論理回路レベルに変換し、比較回路125の比較出力となり論理和回路126の各々の入力に加えられる。

## 【0084】

論理和回路126は出力巻線112Xと出力巻線112Yの故障を検出するためのもので、出力巻線112Xと出力巻線112Yのいずれか一方、又は両方の故障が発生した場合、比較回路125の論理和を検出端子に出力する。

## 【0085】

以上に述べたレゾルバの極数は16に限らないことは言うまでもない。又、出力巻線112X又は出力巻線112Yの内部で、励磁巻線111によって出力巻線112Xに誘起する電圧が作る磁化の方向が励磁巻線111の磁化と同じ方向になる極と、励磁巻線111によって出力巻線112Xに誘起する電圧が作る磁化の方向が励磁巻線111の磁化と異なる方向になる極の二つの極が同時に短絡

したようなまれな事故については式1および式2から、出力電圧V2X、と出力電圧V1Xの差分VERは式16に示すようになり、出力電圧V2X、と出力電圧V1Xの差分VERVERは回転子の回転角度θに依存してしまう。

## 【0086】

$$VER = -2b \sin \theta \cdot E \sin \omega t \quad (式16)$$

## 【0087】

従って、この場合には $\theta = 0$ の角度で事故の検出できないが、同一巻線内で、励磁巻線111によって出力巻線112Xに誘起する電圧が作る磁化の方向が励磁巻線111の磁化と同じ方向になる極と、励磁巻線111によって出力巻線112Xに誘起する電圧が作る磁化の方向が励磁巻線111の磁化と異なる方向になる二つの極が同時に短絡し、回転角θが0度になるケースは非常にまれで、実用上の問題は僅少である。このことは出力巻線112Yについても同様である。

## 【0088】

図11、図5、図6、図7は本発明によるレゾルバの一例について出力巻線112Xの一部に短絡を生じたときと正常のときの偏差電圧と直線性、角度誤差について実測した結果である。

## 【0089】

図11は回転子の角度を種々に変化したとき、出力巻線が正常な場合、極の一部に短絡がある場合のレゾルバの偏差電圧の実測値である。図11において、7-8ショートは出力巻線の任意の極の巻線を1/4だけ、7-9ショートは任意の極の巻線を1/2だけ、7-S-ショートは任意の極の巻線を3/4だけ、それぞれ短絡した場合である。

## 【0090】

図5は図11をグラフにしたもので横軸に回転子の回転角度、縦軸に偏差電圧をとっており、出力巻線の何れかに短絡が生じた場合には、回転角度に無関係に安定した出力を得られることが明白である。特に回転子の特定の角度で故障の検出が出来ないようなことがない。

## 【0091】

図11、又は図5において、正常な場合に0.32Vの偏差電圧が回転角度に

関係なく現れる。これは巻線の不均一性、回転子形状の不均一性、固定子極の加工の誤差、回転子の偏心等に基づく誤差電圧である。故障検出の際には先に述べた基準電圧設定器126で基準値を上記誤差電圧以上に設定しておくことで何の問題もなくすることが出来る。

## 【0092】

図6は図4のレゾルバディジタル回路42の出力を測定したもので、縦軸はレゾルバディジタル回路42の出力、横軸は回転子の回転角度で、出力巻線の中間点に出力端子の無い従来のレゾルバ同様に回転角 $\theta$ に比例した出力を得ることが出来る。

## 【0093】

図7は図6の直線出力に対する誤差分についてだけを表したもので、縦軸に角度誤差、横軸に回転角度をとっている。出力巻線が正常な場合は角度誤差は零であるが、極の一部に短絡がある場合には角度誤差が生じ、角度誤差は回転子の回転角度によって変化して直線性が劣化する。

## 【0094】

図12、図8、図9、図10、は本発明によるレゾルバの一例について励磁巻線111の一部に短絡を生じたときと正常のときの偏差電圧と直線性、角度誤差について実測した結果である。

## 【0095】

図12は回転子の角度を種々に変化したとき、励磁巻線が正常な場合、極の一部に短絡がある場合のレゾルバの偏差電圧の実測値である。図12において、1-2ショートは出力巻線の任意の極の巻線を1/4だけ、1-3ショートは任意の極の巻線を1/2だけ、1-Rショートは任意の極の巻線を3/4だけ、それぞれ短絡した場合である。

## 【0096】

図8は図12をグラフに表したもので横軸に回転子の回転角度、縦軸に偏差電圧をとっており、励磁巻線に短絡が生じた場合には、回転角度に無関係に安定した出力を得られることが明白である。特に回転子の特定の角度で故障の検出が出来ないようなことがない。

## 【0097】

図9、図10については出力巻線が励磁巻線になった以外は表現してある内容は図6、図7と同様なので説明を省略する。

## 【0098】

次に、本発明のレゾルバを自動車のパワーステアリング装置などに用いる場合の一実施例について説明する。

## 【0099】

なお、本発明のレゾルバは、上記のごとく、故障検出が容易であるので、特に安全性を重視した、自動車のパワーステアリング装置、エンジン制御、燃料バルブの制御、などの自動車のモーターを使用している装置全般、また、それ以外の、サーボモータを使用した装置、工作機械などに使えることは明らかである。

## 【0100】

一般にパワーステアリング装置は、手動の舵取り機構の途中に設けられたサーボ機構の形をとることが多く、手動の変位が入力信号としてサーボ機構に与えられ、出力機構がそれに追随する動きをするもので、現在では油圧力を動力とするものがほとんどである。しかし、近年、自動車にガソリンを用いることの弊害があるために電気自動車が実用化されつつあり、これに伴って、パワーステアリング装置もモータを用いたものが望まれている。

## 【0101】

しかし、モータの角度検出に安全な装置が無く、実用化を妨げていた。図13は係る問題点を取り除くことの出来る、電気式のパワーステアリング装置を実現するためのものである。パワーステアリング装置については説明を省略して、本発明にかかわる部分、即ち、サーボ系として本発明のレゾルバを用いた、制御部分について説明する。

## 【0102】

図13は本発明のレゾルバをモータの回転角度、位置検出などに用いる場合の制御部分のブロック図である。図13 (a) はデジタル制御の場合の図、(b) はアナログ制御の場合の図である。図13 (a) において、モータ171はジョイント172によりレゾルバ10の回転子に結合され、レゾルバ10の回転角

度はレゾルバディジタル回路42でデジタル信号に変換すると同時に、レゾルバ故障検出回路11で故障検出を行う。レゾルバディジタル回路42とレゾルバ故障検出回路11はマイクロプロセッサなどで構成されるデジタル制御回路173に接続される。デジタル制御回路173はレゾルバ故障検出回路11の出力が異常を示さないときにはレゾルバディジタル回路42の出力に応じた信号C-S-Sを出力して、モータ171の制御を行う。

【0103】

デジタル制御回路173はレゾルバ故障検出回路11の出力が異常を示したときにはパワーステアリング機構を開放するように制御する。

【0104】

図13 (b) はレゾルバ10の出力を直接アナログ制御回路174に入力し、アナログ制御回路174の内部でレゾルバディジタル回路42の処理を行わせるもので、図13 (a) と動作は同一である。

【0105】

【発明の効果】

本発明によれば出力巻線端子間の中間点に出力端子を設けたので巻線間の短絡などの故障を検出するため、レゾルバの出力巻線の一方の端と中間点の出力電圧と、出力巻線の他方の端と中間点の出力電圧の差の電圧を取り出す事が出来る。

レゾルバの出力巻線の一方の端と中間点の出力電圧と、出力巻線の他方の端と中間点の出力電圧の差の電圧を取り出すことによって、励磁巻線又は出力巻線の短絡による事故が生じても回転子の特定の角度で故障の判別が出来ないような事がなく、回転角度に無関係に故障の検出が出来る。

【0106】

更に又、従来の方式では故障の時の振幅と正常の時の振幅の差を検出してるので信号対雑音比を大きくとることが出来なかったが、本発明では、故障の無いときには原理的に出力が現れず、故障の時にのみ出力されるので、信号対雑音比を大きくとることが出来る。

【0107】

又、本発明ではレゾルバの回転子のX方向成分を出力する出力巻線112Xと、回転子のY方向成分を出力する出力巻線112Yの各々の故障を別々に検出できるので事故分析のために必要な有効なデータを得ることが出来る等の効果がある。

## 【0108】

本発明のレゾルバを自動車などのパワーステアリング装置等に用いると、故障検出が出来るので自動車の安全性を高められる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態におけるレゾルバとレゾルバ故障検出回路のブロック図である。

【図2】図1のレゾルバ故障検出回路の一実施例を示す図である。

【図3】偏差電圧検出回路としてトランスを用いた場合の1実施例である。

【図4】偏差電圧検出回路としてトランスを用いた場合のレゾルバ故障検出回路の1実施例である。

【図5】本発明によるレゾルバの一例について、出力巻線112Xの一部に短絡を生じたときと正常のときとの、偏差電圧について実測した結果である。

【図6】本発明によるレゾルバの一例について、出力巻線112Xの一部に短絡を生じたときと正常のときとの、レゾルバの直線性について実測した結果である。

【図7】図6の直線出力に対する誤差分についてだけを表したものである。

【図8】本発明によるレゾルバの一例について、励磁巻線111の一部に短絡を生じたときと正常のときとの、偏差電圧について実測した結果である。

【図9】本発明によるレゾルバの一例について、励磁巻線111の一部に短絡を生じたときと正常のときとの、レゾルバの直線性について実測した結果である。

【図10】図9の直線出力に対する誤差分についてだけを表したものである。

【図11】本発明によるレゾルバの一例について、出力巻線112Xの一部に短絡を生じた時と、正常のときに、回転子の角度を変化してレゾルバの偏差電圧がどの様になるかを実測したデータを示す図表である。

【図12】本発明によるレゾルバの一例について、励磁巻線111の一部に短絡

を生じた時と、正常のときに、回転子の角度を変化してレゾルバの偏差電圧がどの様になるかを実測したデータを示す図表である。

【図13】モータの回転角度、位置検出などに用いる場合の制御部分のブロック図である。

【図14】従来のレゾルバの原理図である。

【図15】レゾルバとそれを用いた故障検出回路の従来例である。

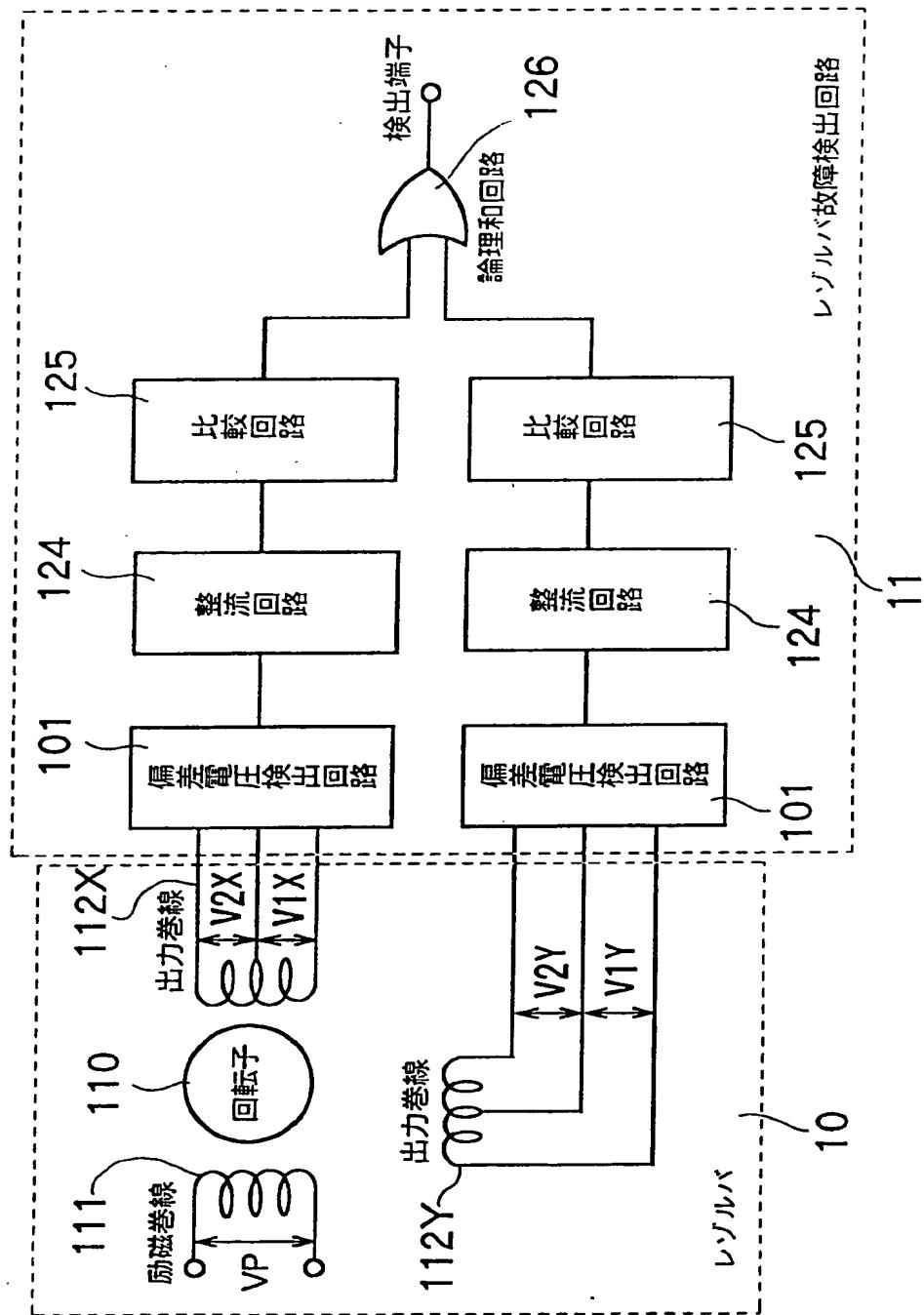
【図16】従来のバリアブルリラクタンスレゾルバの励磁巻線と出力巻線の関係を説明する図である。

【符号の説明】

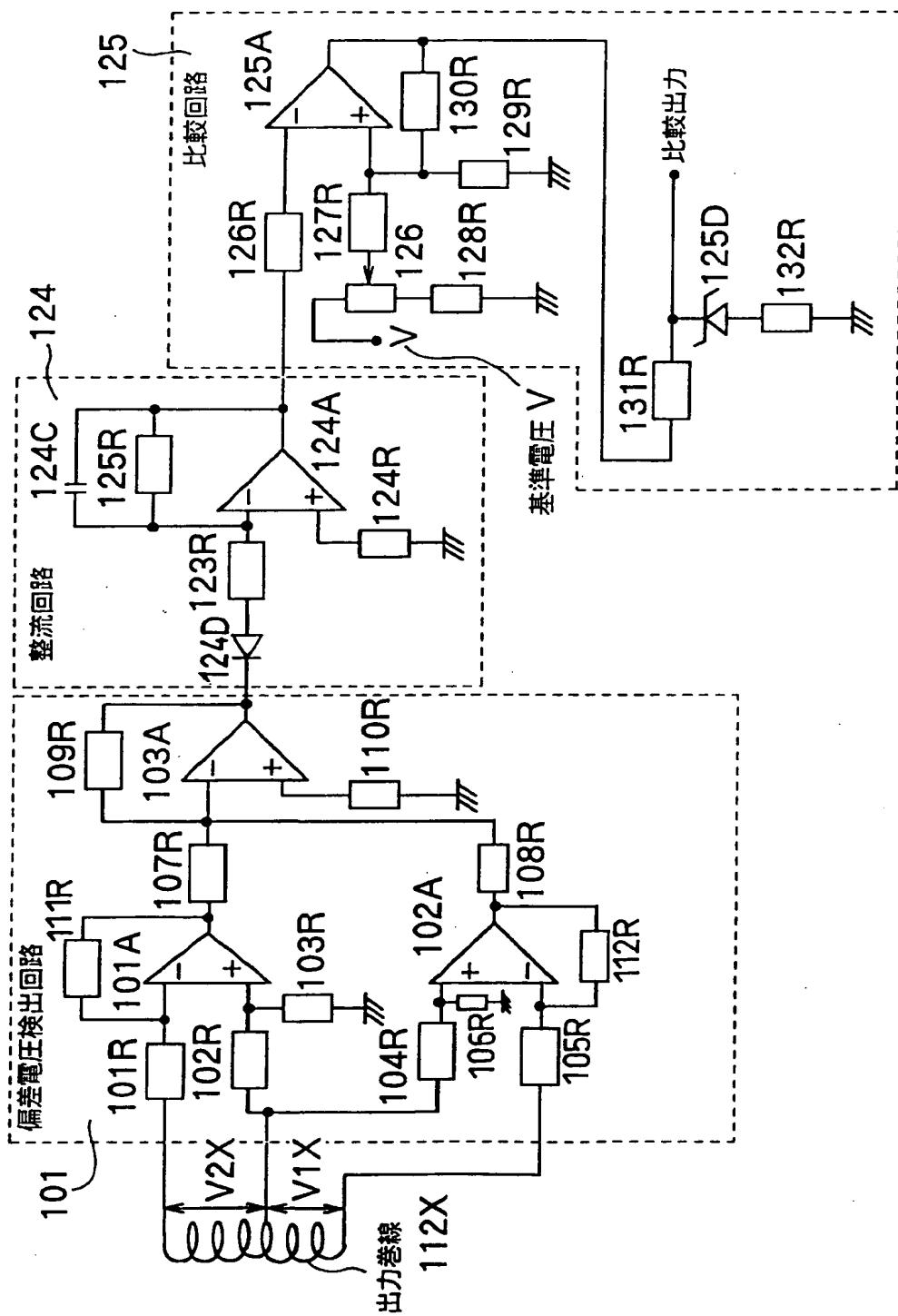
1 0	レゾルバ
1 1	レゾルバ故障検出回路
3 0	偏差電圧検出トランス
4 1	偏差電圧検出回路
4 2	レゾルバディジタル回路
1 0 1	偏差電圧検出回路
1 1 1	励磁巻線
1 1 2	出力巻線
1 2 4	整流回路
1 2 5	比較回路
1 2 6	論理和回路
1 7 3	ディジタル制御回路

【書類名】図面

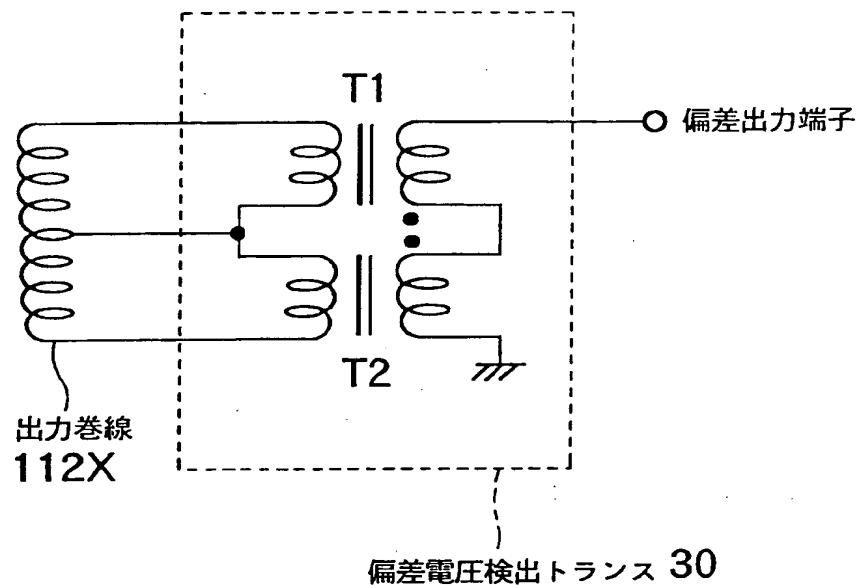
【図1】



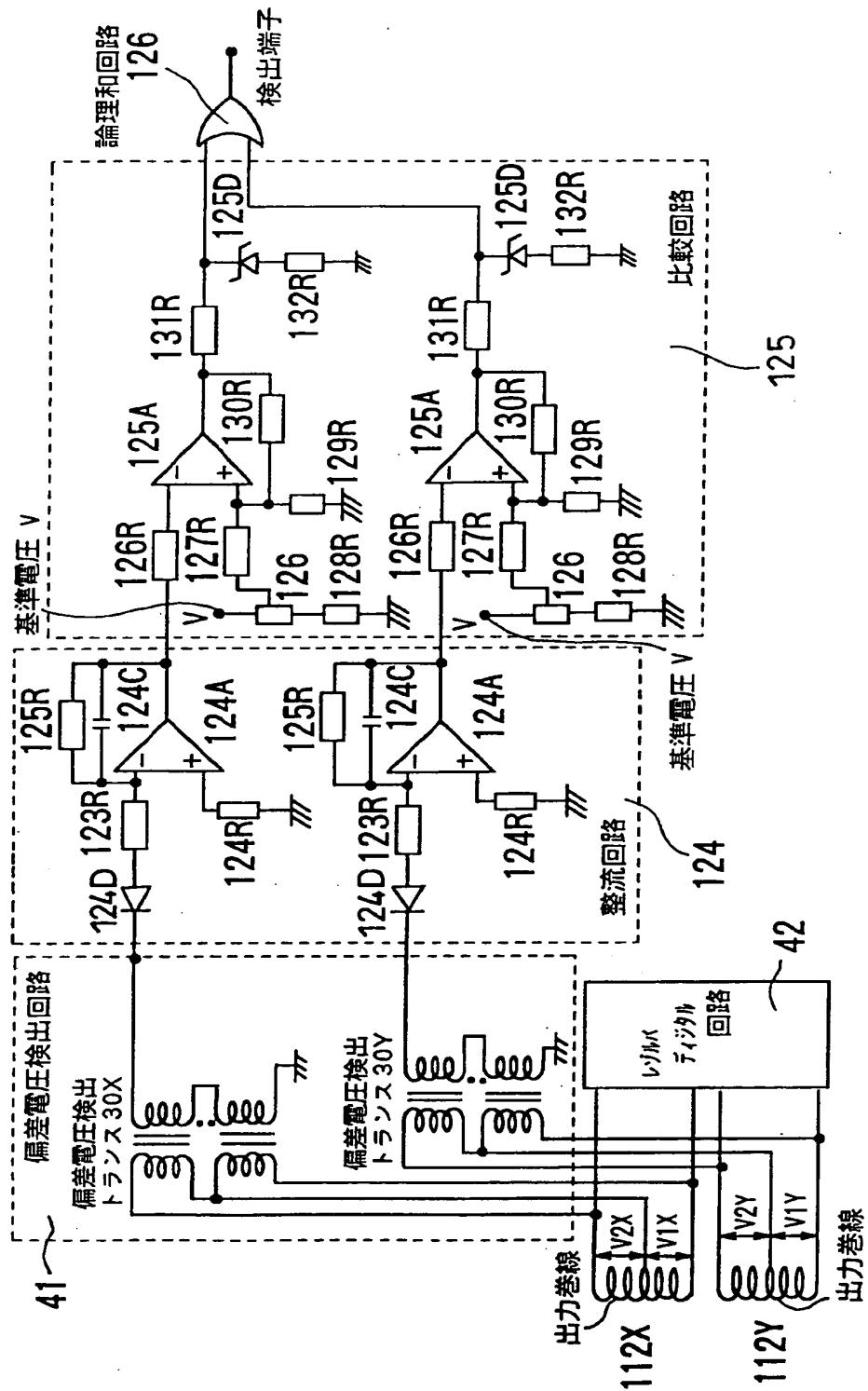
【図2】



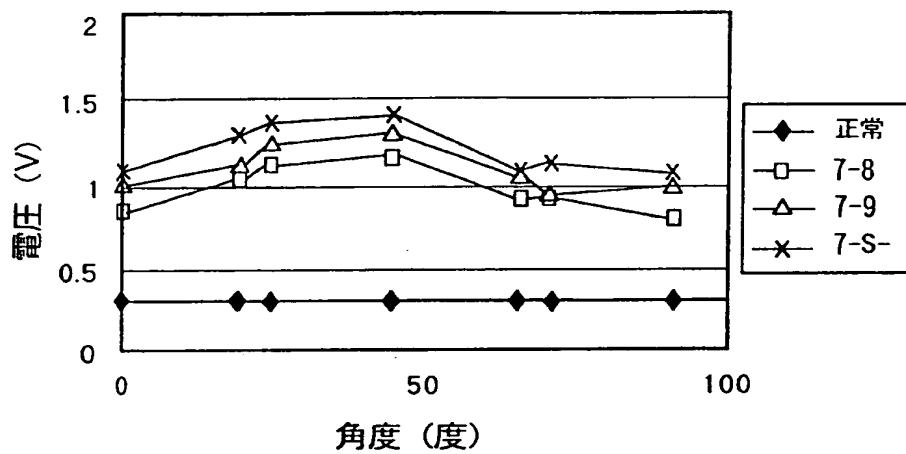
【図3】



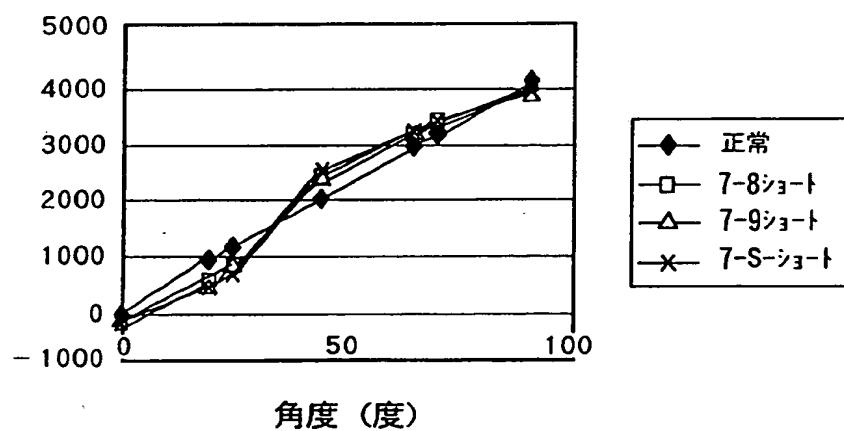
【図4】



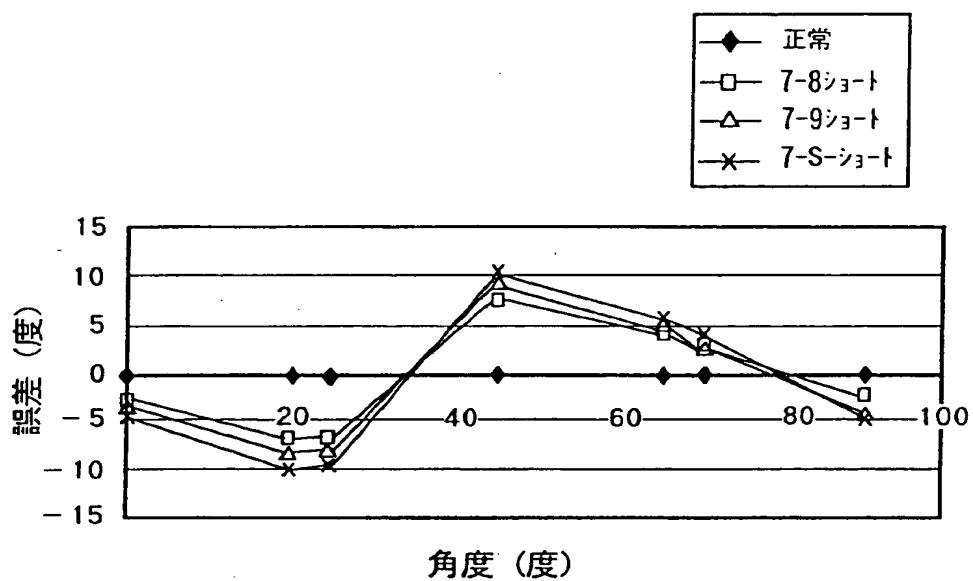
【図5】



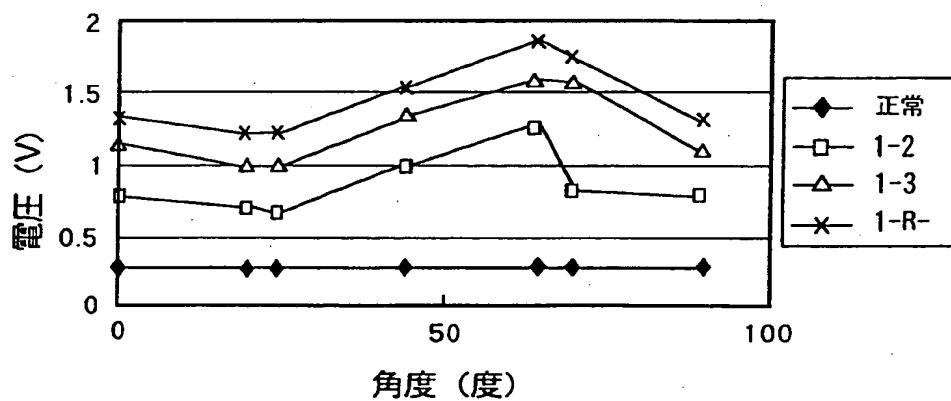
【図6】



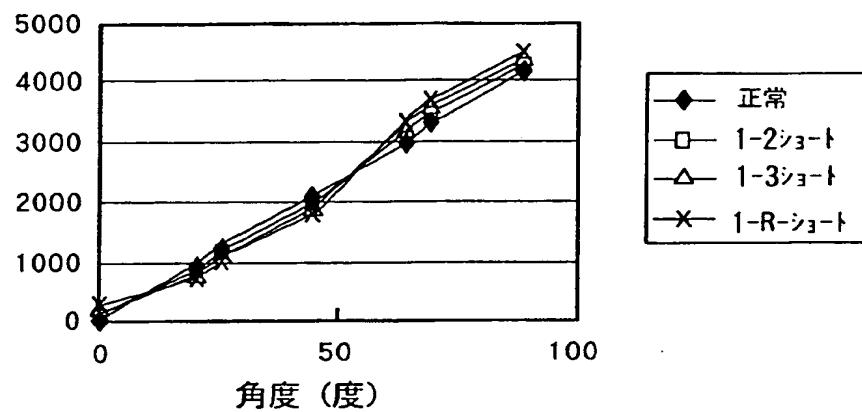
【図7】



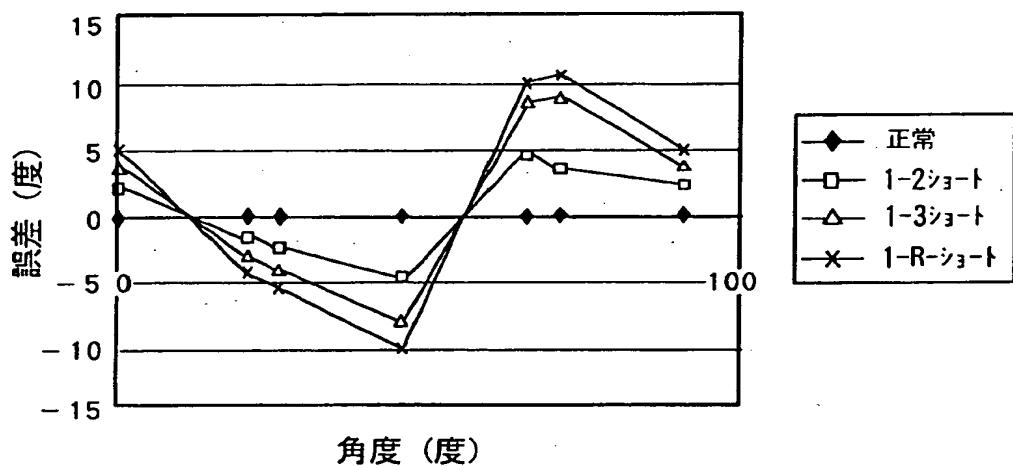
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

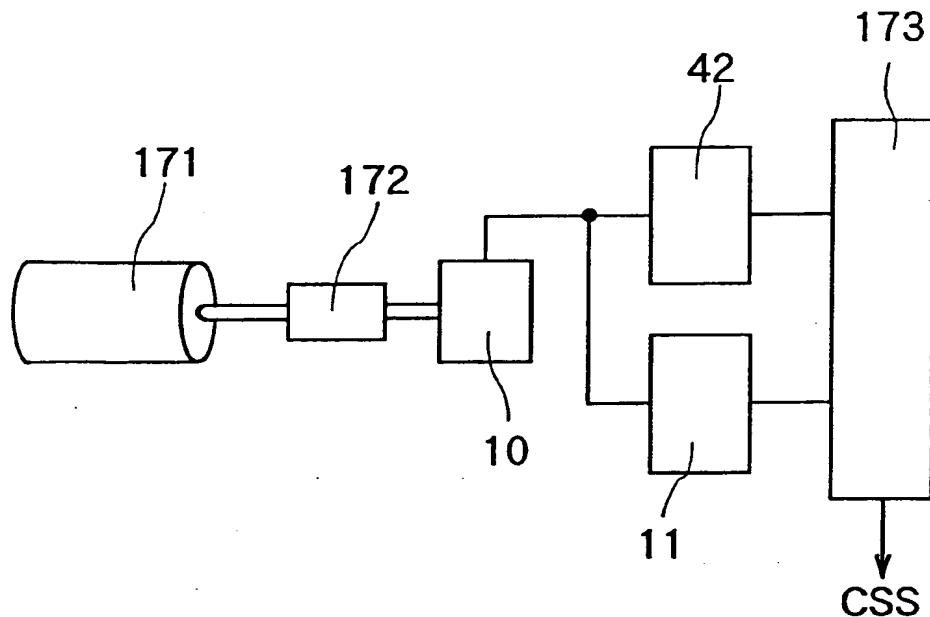
角度(度)	VER出力電圧(V)			
	正常	7-8ショート	7-9ショート	7-S-ショート
0	0.32	0.84	1.04	1.04
20	0.32	1.04	1.12	1.28
25	0.32	1.12	1.25	1.36
45	0.32	1.16	1.32	1.4
65	0.32	0.92	1.08	1.08
70	0.32	0.92	0.96	1.12
90	0.32	0.8	1	1.04

【図12】

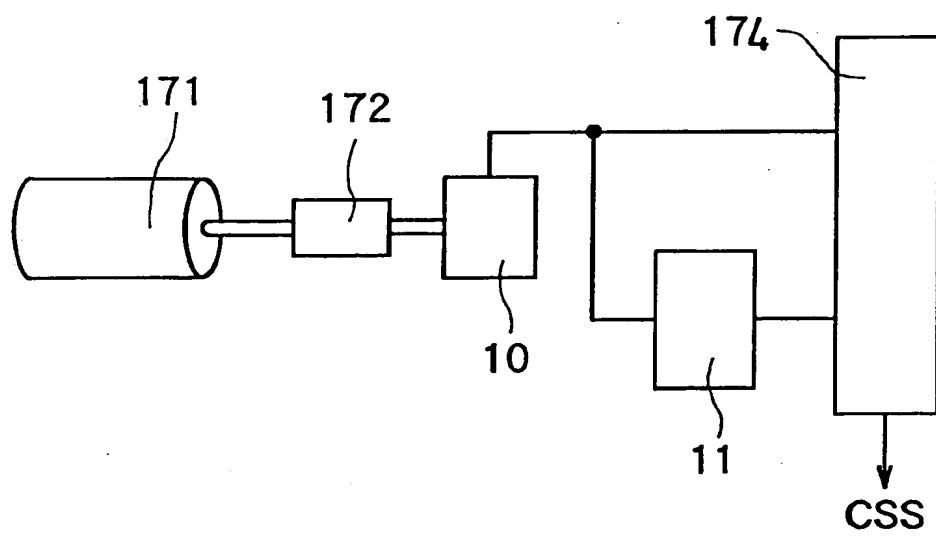
角度(度)	VER出力電圧(V)			
	正常	1-2ショート	1-3ショート	1-R-ショート
0	0.32	0.8	1.16	1.32
20	0.32	0.72	1	1.2
25	0.32	0.68	1	1.2
45	0.32	1	1.32	1.52
65	0.32	1.24	1.56	1.84
70	0.32	0.8	1.56	1.72
90	0.32	0.76	1.08	1.28

【図13】

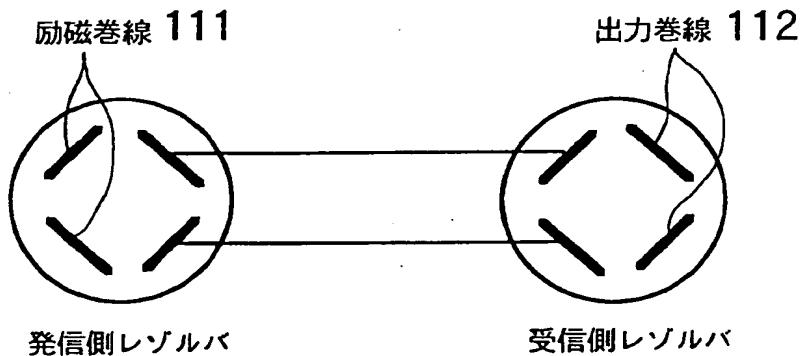
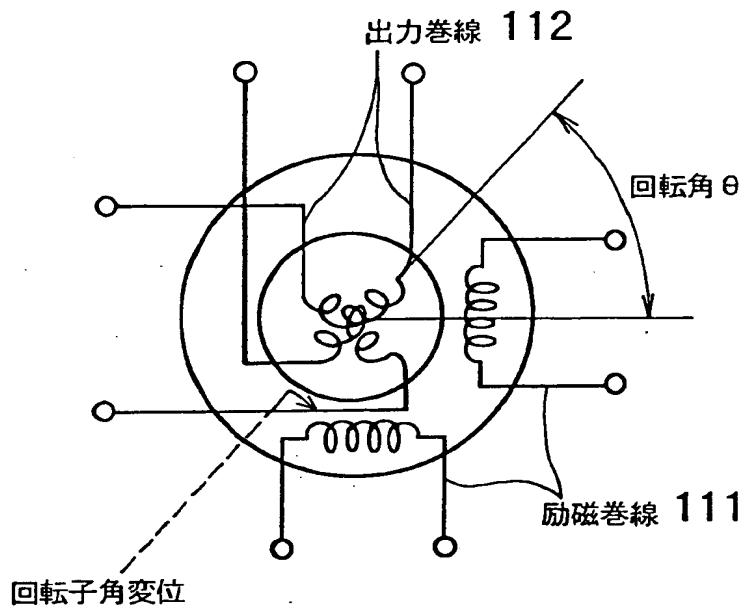
(a)



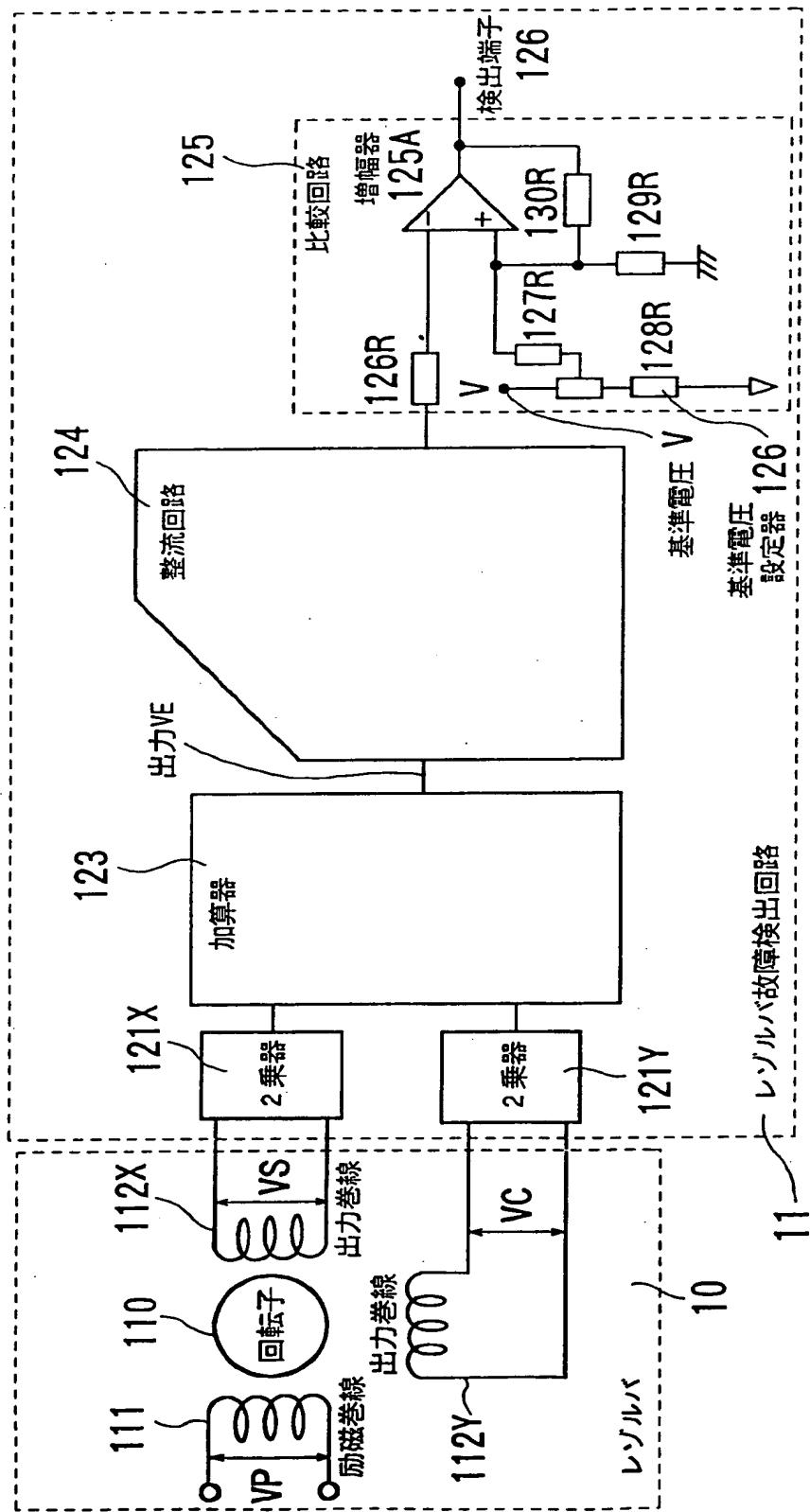
(b)



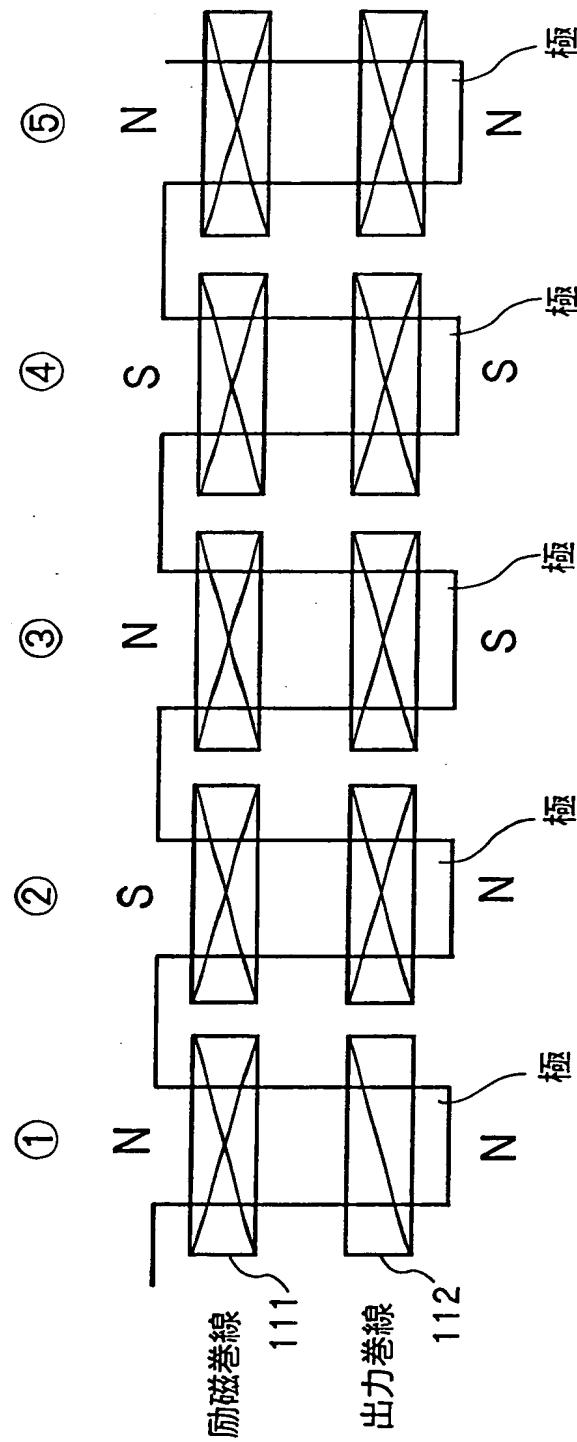
【図14】



【図15】



【図16】



出願人履歴情報

識別番号 [000114215]

1. 変更年月日 1990年 8月23日

[変更理由] 新規登録

住 所 長野県北佐久郡御代田町大字御代田4106-73  
氏 名 ミネベア株式会社